

I (3) 遠心力 = 万有引力(万有引力)より,

$$G \cdot \frac{mM}{r^2} = m \cdot \frac{V^2}{r} \quad V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

(1) 等速円運動より $T = \frac{2\pi r}{V} = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM}}$

(2) 点Aでの速さを V_A , 点Bでの速さを V_B とすると,

$$\frac{1}{2} r \cdot V_A^2 = \frac{1}{2} R \cdot V_B^2 \quad \therefore \frac{V_B}{V_A} = \frac{r}{R}$$

(3) AとBのエネルギー保存より, $-G \cdot \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2} m V_A^2 = -G \cdot \frac{Mm}{R} + \frac{1}{2} m V_B^2$, したがって $\frac{V_B}{V_A} = \frac{r}{R}$ あり.

(4) ケプラーの第三法則より, $\frac{A^3}{T^2} = \text{一定}$ である. $V_A = \sqrt{\frac{2GM}{r(R+r)}} \quad \therefore \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{2R}{R+r}}$

$$\frac{\left(\frac{R+r}{2}\right)^3}{T_{\text{楕}}^2} = \frac{r^3}{T_{\text{円}}^2} \quad \left(\frac{T_{\text{楕}}}{T_{\text{円}}}\right)^2 = \left(\frac{R+r}{2r}\right)^3$$

$$\therefore \frac{T_{\text{楕}}}{T_{\text{円}}} = \left(\frac{R+r}{2r}\right)^{\frac{3}{2}}$$

II

(3) Q - 一定とする。 E - 一定。

$$\therefore \text{極板間引き} \cdot F = \frac{1}{2} Q \cdot E = \frac{1}{2} \cdot \epsilon \cdot \frac{aV}{d} \times \frac{V}{d} \\ = \frac{\epsilon a V^2}{2d^2}$$

$$(1) \text{コニシテ } A, B \text{ 間は } Q_A = \epsilon \cdot \frac{a}{2d} \cdot V$$

$$\text{同様ニコニシテ } B, C \text{ 間は } Q_C = \epsilon \cdot \frac{a}{2d} V$$

$$\text{合計は } Q = \epsilon \cdot \frac{aV}{d}$$

(4) 電池を接続しては持て"ある"。 AB 間、 BC 間ともに電圧は V

$$\text{コニシテ } A, B \text{ 間は } Q'_A = \epsilon \cdot \frac{aV}{2d}, \text{ コニシテ } B, C \text{ 間は } Q'_C = \epsilon \cdot \frac{aV}{d}$$

$$\text{合計は } Q' = \epsilon \cdot \frac{3aV}{2d}$$

(1) と比較して、 $Q' - Q = \frac{\epsilon a V}{2d}$ の電荷が電池を通過した事となる

$$\therefore \text{電池のエネルギーは} \cdot \frac{\epsilon a V}{2d} \times V = \frac{\epsilon a V^2}{2d}$$

(2) 全体系のエネルギーは一定。

$$(\text{電池}) + (\text{外力}) = (\text{静電エネルギーの変化}) + (\text{熱})$$

$$\frac{\epsilon a V^2}{2d} + (\text{外力}) = \underbrace{\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon a V}{d} \times V - \frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon a V}{2d} \times V \right)}_{A, B \text{ の変化量}} + \underbrace{\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon a V}{d} \times V - \frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon a V}{2d} \times V \right)}_{B, C \text{ の変化量}}$$

$$\therefore \text{外力の仕事は} = - \frac{\epsilon a V^2}{6d}$$

(4) ϵ は一定として、 AB, BC 間の電圧は等しくする。

片方のコニシテに注目して、

$$Q'/2 = \frac{\epsilon a V'}{2d} = \epsilon \cdot \frac{a}{2d} V' \therefore V' = \frac{4}{3} V$$

(両極板の容量、電圧は等しい。 B に貯め込む電荷は上下に半分ずつとなる)

III

(3) $A \rightarrow B$ は等温変化の為.

$$p = \frac{nRT_1}{V(x)}$$

$$\text{仕事} \cdot \text{仕事} (\text{気体状態}) = \log(V_B/V_A) \times nRT_1$$

$$\Delta U = Q_{in} + W_{out} \text{ あり. } \Delta U = 0, Q_{in} = \log(V_B/V_A) \times nRT_1 (>0)$$

(1) 断熱変化 ($B \rightarrow C$) あり $Q_{in} = 0$

$$\therefore \Delta U = W \text{ (気体状態仕事正と負)}$$

$$\therefore W = \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1) (<0)$$

(4) $D \rightarrow A$ (断熱変化) あり.

$$p \cdot V^{\gamma} = \text{一定} \rightarrow T \cdot V^{\gamma-1} = \text{一定} \text{ 変化する.}$$

$$T_2 \cdot V_D^{\frac{2}{3}} = T_1 \cdot V_A^{\frac{2}{3}}$$

$$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_A}{V_D} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ あり.}$$

$$\frac{V_A}{V_D} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{3}{2}} \dots \textcircled{1}$$

(5) $C \rightarrow D$ は等温変化 $\Delta U = 0$.

$$0 = Q_{in} + W_{C \rightarrow D}$$

$$(3) \text{ あり } W_{C \rightarrow D} = \log\left(\frac{V_C}{V_D}\right) \times nRT_2 \text{ (気体状態仕事)} (>0)$$

$$\therefore Q_{in}(C \rightarrow D) = -\log\left(\frac{V_C}{V_D}\right) \times nRT_2 \text{ (気体が吸収した熱量)} (<0)$$

$$\text{非. 仕事あり, } \left(\frac{V_B}{V_C} \right) = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{3}{2}} \dots \textcircled{2}$$

$$\therefore \frac{|Q_{in}(A \rightarrow B)|}{|Q_{in}(C \rightarrow D)|} = \frac{\log\left(\frac{V_B}{V_A}\right) \times nRT_1}{\log\left(\frac{V_C}{V_D}\right) \times nRT_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right) \text{ (①, ② を利用)} \quad \begin{array}{l} \nearrow V_A = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{3}{2}} V_D \\ V_B = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{3}{2}} V_C \end{array} \text{ となり得る。}$$

$$(6) e = \frac{W}{Q_{in}} = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}} = 1 - \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \text{ (5) の利用}$$

IV

$$(3) VI \text{ 対}, 4.1 \times 10^4 \times 2.0 \times 10^{-3} = 82 [\text{W}]$$

$$(1) eV = \frac{1}{2}mv^2 \text{ 対}$$

$$1.6 \times 10^{-19} \times 4.1 \times 10^4 = 6.6 \times 10^{-15} [\text{J}]$$

$$(4) I = 2 \times 10^{-3} (\text{A}) = eN \text{ 対},$$

$$N = \frac{2 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25 \times 10^{16}$$

$$\approx 1.3 \times 10^{16} [\text{個/秒}]$$

(I) 連続

$$(1) (1) \text{ 対} eV = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{対}, \lambda = \frac{hc}{eV}$$

$$\approx 3.0 \times 10^{-10} (\text{m})$$